

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **07249120 A**(43) Date of publication of application: **26.09.95**

(51) Int. Cl.

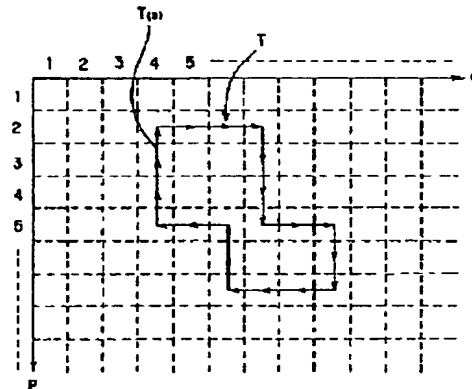
**G06T 7/00**(21) Application number: **06038952**(22) Date of filing: **10.03.94**(71) Applicant: **NIKON CORP**(72) Inventor: **MURAKAMI ATSUSHI  
HAMASHIMA MUNEKI**(54) **PICTURE PROCESSING METHOD**

COPYRIGHT: (C)1995,JPO

(57) Abstract:

PURPOSE: To simplify an arithmetic processing and to speedily recognize a pattern.

CONSTITUTION: This picture processing method includes a first process where one of plural picture elements constituting the edges of a specified pattern T in a reference picture is set to be a start  $T_{(0)}$ , and the directions of the edges on which the plural picture elements are positioned are sequentially registered from the start  $T_{(0)}$ , a second process where the respective picture elements in the input picture are set to be starting points, whether the picture elements adjacent in the direction registered in the first process constitute the pattern edges or not is judged and the number of the picture elements judged to constitute the pattern edges is counted and a third process detecting the specified pattern T among the plural patterns included in the input picture elements based on the position of the starting point where the number of the picture elements counted in the second process becomes a maximum.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-249120

(43) 公開日 平成7年(1995)9月26日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所	
G06T 7/00		7459-5L	G06F 15/70	330	P
		9061-5L		460	F

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全15頁)

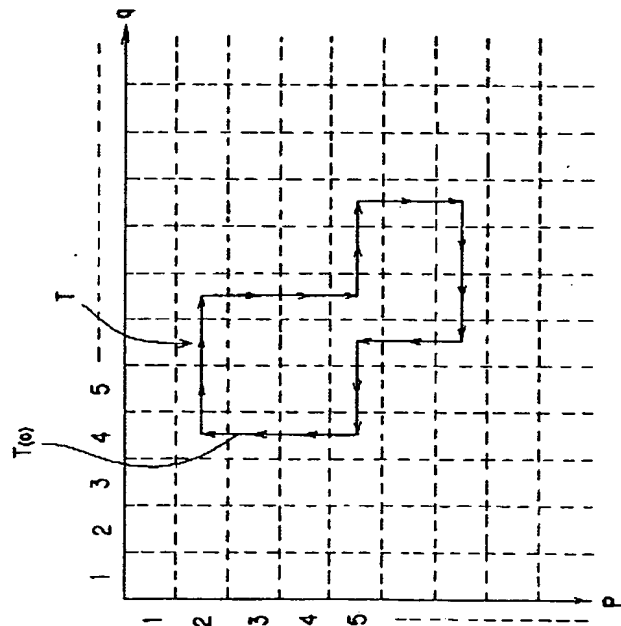
(21) 出願番号	特願平6-38952	(71) 出願人	000004112 株式会社ニコン 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号
(22) 出願日	平成6年(1994)3月10日	(72) 発明者	村上 敦 東京都千代田区丸の内3-2-3 株式会 社ニコン内
		(72) 発明者	浜島 宗樹 東京都千代田区丸の内3-2-3 株式会 社ニコン内
		(74) 代理人	弁理士 黒田 博道 (外3名)

(54) 【発明の名称】 画像処理方法

(57) 【要約】

【目的】 画像処理方法に関し、演算処理を簡素化し、迅速なパターン認識を行うことができる。

【構成】 参照画像中の特定パターンTのエッジを構成する複数の画素のうちの1つを起点T(0)とし、前記複数の画素それぞれが位置するエッジの方向を、前記起点T(0)より順番に登録する第1の工程と、入力画像中の各画素を始点とし、該始点となる画素から順番に前記第1の工程で登録した方向に隣接する画素がパターンエッジを構成するかどうかを判定すると共に、パターンエッジを構成すると判定された画素の個数をカウントする第2の工程と、該第2の工程でカウントされた画素の個数が最大となる始点の位置に基づいて、前記入力画素に含まれる複数のパターンの中から、前記特定パターンTを検出する第3の工程と、を含む。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入力画像に含まれる複数のパターンの中から、複数方向にエッジが形成された特定パターンを検出する画像処理方法において、

参照画像中の前記特定パターンのエッジを構成する複数の画素のうちの 1 つを起点とし、前記複数の画素それぞれが位置するエッジの方向を、前記起点より順番に登録する第 1 の工程と、

前記入力画像中の各画素を始点とし、該始点となる画素から順番に前記第 1 の工程で登録した方向に隣接する画素がパターンエッジを構成するかどうかを判定すると共に、パターンエッジを構成すると判定された画素の個数をカウントする第 2 の工程と、

該第 2 の工程でカウントされた画素の個数が最大となる始点の位置に基づいて、前記入力画素に含まれる複数のパターンの中から、前記特定パターンを検出する第 3 の工程と、

を含むことを特徴とする画像処理方法。

【請求項 2】 請求項 1 記載の画像処理方法において、前記第 2 の工程において、入力画像中のパターンエッジを構成すると判定された画素のカウント数が、所定の基準値に満たない場合には、当該始点に対するパターンエッジの判定を途中で中断し、前記当該始点の位置を変更するようにしたことを特徴とする画像処理方法。

【請求項 3】 請求項 1 又は請求項 2 のいずれかに記載の画像処理方法において、

前記第 2 の工程において、前記隣接する複数の画素の階調値をそれぞれ求め、求めた各階調値の最大値と最小値との差が、予め設定された基準値を越えた場合に、パターンエッジを構成するものと判定するようにしたことを特徴とする画像処理方法。

【請求項 4】 請求項 1 又は請求項 2 のいずれかに記載の画像処理方法において、

前記第 2 の工程において、前記隣接する複数の画素の階調値をそれぞれ求め、求めた各階調値に基づいて平滑化微分をそれぞれ行い、これらの平滑化微分を行って得た結果の最大値と最小値との差が、予め設定された基準値を越えた場合に、パターンエッジを構成するものと判定するようにしたことを特徴とする画像処理方法。

## 【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【産業上の利用分野】この発明は、入力画像中から登録された参照画像を認識するために行われるパターン認識を行うための画像処理方法に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】従来の画像処理方法は、登録された参照画像と、その参照画像が含まれた入力画像とのパターン認識を行い、これら参照画像と入力画像との相対的な位置関係（ずれ）を求めていた。より具体的に説明すると、上記した従来の画像処理方法では、参照画像及び入力画像を 2 値化することなく、濃淡画像のままで互いの相互相関値を求め、この相互相関値の最大値から参照画像と入力画像との相対的な位置関係（ずれ）を求めていた。

【 0 0 0 3 】上記相互相関値として、画像の明るさやコントラストによる影響を除去するため、参照画像と入力画像との分散値で、参照画像と入力画像との共分散をした相互係数を算出していた。すなわち、相互相関の演算は、入力画像 S と参照画像 T について分散  $D_s$  を下記の式（1）により求め、参照画像 T の分散値  $D_t$  を下記の式（2）により求め、及び画像 S、T の共分散  $D_{st}$  を下記の式（3）により求め、これら求めた分散  $D_s$ 、 $D_t$  及び共分散  $D_{st}$  から相関係数  $C_{st}$  を下記の式（4）により算出することにより行われていた。

【 0 0 0 4 】

【数 1】

$$D_t = 1 / (M \cdot N) \cdot \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N \{ T_{ij} - 1 / (M \cdot N) \cdot \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (T_{ij}) \}^2 \quad (1)$$

$$D_s = 1 / (M \cdot N) \cdot \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N \{ S_{ij} - 1 / (M \cdot N) \cdot \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (S_{ij}) \}^2 \quad (2)$$

$$D_{st} = 1 / (M \cdot N) \cdot \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N \{ \{ T_{ij} - 1 / (M \cdot N) \cdot \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (T_{ij}) \} \cdot \{ S_{ij} - 1 / (M \cdot N) \cdot \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (S_{ij}) \} \} \quad (3)$$

$$C_{st} = \frac{D_{st}}{\sqrt{D_t} \cdot \sqrt{D_s}} \quad (4)$$

【0005】ここで、Mは相互相関演算を行うべき領域の画素のX方向の個数、NはY方向の個数であり、入力画像Sと参照画像Tとの大きさは等しいものとしている。また、相関係数C<sub>st</sub>は、 $-1 \leq C_{st} \leq 1$ の範囲の値をとり、入力画像Sと参照画像Tが一致した場合にはC<sub>st</sub>=1、全く相関のない場合にはC<sub>st</sub>=0の値をとる。

【0006】一般に、入力画像Sは、参照画像Tより大きい。したがって、入力画像Sを参照画像Tと等しい大きさに区切り、この区切りの相互相関をとるべき入力画像Cの領域として、各区切り毎に順次走査して、相関係数C<sub>st</sub>が最大値をとる領域を入力画像Sと参照画像Tとが一致する箇所として判断されていた。上記した従来の相互相関演算による画像処理方法では、パターン全体の濃淡分布の情報そのまま用い、これを各画像の特徴としてパターン認識しているため、入力画像Sと参照画像Tとの間に明るさやコントラストの変化があっても比較的確実にパターン認識が行えるとともに、パターンに多少の欠陥があってもパターン認識できるという利点があった。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記した従来の相互相関演算による画像処理方法では、前記した式

(1)～(4)までの演算処理が複雑であり、しかも式(1)から順に、式(2)、式(3)の順で計算し、最後の式(4)まで計算をしないと相関値が求められないため、演算処理時間の短縮化が困難であるという第1の問題点があった。

【0008】これに加え、図12(a)に示すような線

画による輪郭のみからなる画像を参照画像とした場合、濃淡としての情報が少ないために、誤認識をする可能性が高いという第2の問題点があった。すなわち、従来の相互相関演算による画像処理方法では、パターン全体の濃淡分布の一致を見てパターン認識を行うものであるため、このパターンの濃度分布自体が部分的に変化すると、正確な認識が困難になる。

【0009】特に、演算処理の高速化を目的として、入力画像或いは参照画像に対して圧縮・平均化処理を行うと、図12(a)に示すような画像は、エッジのみで鋭敏な濃淡分布を示す。このため、圧縮・平均化により、濃度分布の情報が損なわれるため、参照画像に対する入力画像の誤認識の可能性が高くなる。また、画像の輪郭線が物体の凹凸に基づくものである場合、この物体に照射される光の方向により、図12(a)に示す画像が、例えば同図(b)、(c)、(d)に示すように、濃淡分布が全部又は一部逆転してしまうことがある。このため、従来の相互相関演算による画像処理方法では、図12(a)に示す画像と、同図(b)、(c)、(d)に示す画像とが異なる画像として誤認識されてしまうおそれがある。

【0010】そこで、請求項1記載の発明は、上記した従来の技術の有する第1、第2の問題点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、参照画像が示すエッジの方向に沿って入力画像のパターンエッジの有無を判定することで、演算処理を簡素化でき、迅速なパターン認識を行うことができるばかりでなく、線画による輪郭のみからなる画像についても確実にパターン認識が行え、しかも画像の輪郭線が物体の凹凸に基づくもの

であっても確実にパターン認識が行えるようにした画像処理方法を提供しようとするものである。

【0011】これに加え、請求項2記載の発明は、演算処理の途中で相関が低いと判断された場合は、演算処理を中止し、別の平均化画素を起点とする演算処理に移ることにより、無駄な演算処理時間を省き、迅速なパターン認識が行えるようにした画像処理方法を提供しようとするものである。請求項3記載の発明は、請求項1及び請求項2記載の発明の上記した目的に加え、隣接する複数の画素のそれぞれ求めた複数の階調値の最大値と最小値に基づいて、パターンエッジの判定を行っているの  
10 で、入力画像の明るさやコントラストによる影響を除去することができるようにした画像処理方法を提供しようとするものである。

【0012】さらに、請求項4記載の発明は、請求項1及び請求項2記載の発明の上記した目的に加え、隣接する複数の画素のそれぞれ求めた各階調値に基づいて平滑化微分をそれぞれ行っているの、請求項3記載の発明と同様に、入力画像の明るさやコントラストによる影響を確実に除去することができるばかりでなく、エッジが  
20 ぼやけている場合にも、当該エッジの有無を確実に判定できるようにした画像処理方法を提供しようとするものである。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記した目的を達成するためのものであり、以下にその内容を図面に示した実施例を用いて説明する。請求項1記載の発明は、図3に示すように、つぎの3つの各工程(100~300)を含むことを特徴とする。

【0014】まず、第1の工程(100)は、例えば図1に  
30 例示する参照画像中の特定パターンTのエッジを構成する複数の画素のうちの1つを起点T(0)とし、前記複数の画素それぞれが位置するエッジの方向を、前記起点T(0)より順番に登録する工程である。第2の工程(200)は、入力画像中の各画素を始点とし、該始点となる画素から順番に前記第1の工程(100)で登録した方向に隣接する画素がパターンエッジを構成するか否かを判定すると共に、パターンエッジを構成すると判定された画素の個数をカウントする工程である。

【0015】第3の工程300は、該第2の工程(200)で  
40 カウントされた画素の個数が最大となる始点の位置に基づいて、前記入力画素に含まれる複数のパターンの中から、前記特定パターンTを検出する工程である。請求項2記載の発明は、図8に示すように、前記第2の工程(200)において、入力画像中のパターンエッジを構成すると判定された画素のカウントされた個数が、所定の基準値に満たない場合には、当該始点に対するパターンエッジの判定を途中で中断し、前記当該始点の位置を変更するようにしたことを特徴とする。

【0016】請求項3記載の発明は、図7に示すよう

に、前記第2の工程(200)において、前記隣接する複数の画素の階調値をそれぞれ求め、求めた各階調値の最大値と最小値との差が、予め設定された基準値を越えた場合に、パターンエッジを構成するものと判定するようにしたことを特徴とする。請求項4記載の発明は、図8に示すように、前記第2の工程(200)において、前記隣接する複数の画素の階調値をそれぞれ求め、求めた各階調値に基づいて平滑化微分をそれぞれ行い、これらの平滑化微分を行って得た結果の最大値と最小値との差が、予め設定された基準値を越えた場合に、パターンエッジを構成するものと判定するようにしたことを特徴とする。

【0017】

【作 用】したがって、請求項1記載の発明によれば、従来の必要としていた複雑な相互相関演算処理が不要となる。すなわち、第1の工程(100)で登録された、例えば図1に例示する参照画像中の特定パターンTのエッジの方向を、第2の工程(200)で判定する画素の移動情報として使用している。

【0018】このため、第2の工程(200)では、隣接する画素がパターンエッジを構成するか否かの単純な比較処理を行い、その結果を単にカウントすれば足る。また、第3の工程(300)でも、第2の工程(200)でカウントされた各始点毎のカウント値を単純に比較するだけで足る。請求項2記載の発明によれば、第2の工程(200)において、入力画像中のパターンエッジを構成すると判定された画素のカウントされた個数が、所定の基準値に満たない場合には、当該始点を含むパターンと参照画像中の特定パターンTとのマッチング度が低いと予想される。

【0019】このため、当該始点に対するパターンエッジの判定を途中で中断させることで、以後の判定を省略できる。請求項3記載の発明によれば、隣接する複数の画素の階調をそれぞれ求め、求めた複数の階調値の最大値と最小値とを比較しているの、入力画像の明るさやコントラストによる階調変化を除くことができる。

【0020】請求項4記載の発明によれば、求めた複数の階調値に基づいて平滑化微分をそれぞれ行い、それらの最大値と最小値とを比較しているの、入力画像の明るさやコントラストによる階調変化を除くことができる。これに加え、平滑化微分を行うことで、求めた複数の階調値の変化量を強調することができる。

【0021】

【実施例】図1~11は、本発明の一実施例を示すものであり、図1は参照画像の一例を示す説明図、図2は画像処理装置を示すブロック図、図3は画像処理方法を示すフローチャート、図4は図3の第1の工程を示すフローチャート、図5は図1の参照画像のパターンエッジの方向を示す説明図、図6は図1の参照画像の一部を拡大した説明図、図7は入力画像の明暗の判定方法を示す説明図、図8は入力画像の明暗の他の判定方法を示す説明

図、図9は入力画像の一例を示す説明図、図10は入力画像の明暗の判定方向を示す説明図、図11は図3の第2の工程及び第3の工程を示すフローチャートをそれぞれ示す。

【0022】まず、本発明の画像処理方法は、参照画像の特定パターンの輪郭、すなわちエッジと、入力画像に含まれるであろう複数のパターンのパターンエッジとを比較することにより、参照画像の特定パターンが、入力画像中のどの部分に存在するかの判定を行っている。すなわち、参照画像の特定パターンのエッジのある1つのA点と、このA点とマッチングするであろう入力画像中の1つのB点とを比較した場合に、入力画像中のB点の周囲には、パターンエッジを構成するための必ず明暗差が存在との考え方に基いている。

【0023】このため、参照画像中のA点と入力画像中のB点とを直接対比するのではなく、参照画像の特定パターンのエッジの方向を1つの起点から順番に記憶しておき、この方向に基づいて、明暗差の判定箇所を移動している。すなわち、入力画像中の各画素を始点として、該始点となる画素から、先に記憶された参照画像の特定パターンのエッジの方向に従って順番に画素を移動させ、当該画素を中心に明暗差の判定を行っている。

【0024】そして、明暗差の最も多く存在する入力画像中のある始点を、参照画像の特定パターンの起点と一致するものと判定している。つぎに、図2を用いて、本発明の画像処理方法に用いられる画像処理装置について説明する。図2中、10は、画像処理装置を示し、この画像処理装置10は、中央制御部11、画像メモリ部12、画像演算処理部13を有する。そして、中央制御部11、画像メモリ部12、画像演算処理部13は、それぞれシステムバス14及びデータバス15を介して相互に接続されている。

【0025】上記中央制御部11は、図示しないが、CPUを中心にRAM及びROM等から構成され、画像の入出力操作や演算処理操作等のコントロールを行うためのものである。前記画像処理装置10のデータバス15側には、図2に示すように、オペレータが画像の入出力操作をするとともに、処理結果を表示するためのアプリケーション部20が、インターフェース部21を介して接続されている。また、TVモニタ等の表示装置30がD/Aコンバータ31を介して画像処理装置10のデータバス15側に接続されている。さらに、TVカメラ等の撮像素子40が、A/Dコンバータ41を介して画像処理装置10のデータバス15側に接続されている。

【0026】つぎに、図3のフローチャートを用いて、本発明の画像処理方法を説明する。本発明の画像処理方法は、図3に示すように、つぎの4つの各工程100~400から構成されている。まず、第1の工程100は、図1に例示する参照画像中の特定パターンTのエッジを構成する複数の画素のうちの1つを起点T(0)とし、前記複数の画素それぞれが位置するエッジの方向を、前記起点T

(0)より順番に登録する工程である。そして、エッジの方向を示すデータは、参照画像データとして、図2に示す中央制御部11中のメモリ内に格納される。

【0027】上記第1の工程100の終了後、図3に示すように、次の第2の工程200に進む。上記第2の工程200は、図9に例示する入力画像中の各画素を始点とし、該始点となる画素から順番に前記第1の工程で登録した方向に隣接する画素がパターンエッジを構成するかどうかを判定すると共に、パターンエッジを構成すると判定された画素の個数をカウントする工程である。

【0028】すなわち、図9に例示する入力画像は、図2に示すように、撮像装置40で撮像され、その入力画像データは、A/Dコンバータ41を介して画像処理装置10に送出され、その画像メモリ部12内に格納される。一方、中央制御部11中のメモリ内に格納された参照画像データが読み出され、この読み出された参照画像データと、画像メモリ部12内に格納された入力画像データとが、画像演算処理部13で演算処理される。

【0029】上記第2の工程200の終了後、図3に示すように、次の第3の工程300に進む。上記第3の工程300は、該第2の工程でカウントされた画素の個数が最大となる始点の位置に基づいて、前記入力画素に含まれる複数のパターンの中から、前記特定パターンTを検出する工程である。この第3の工程300も、前記第2の工程200と同様に、図2に示す画像演算処理部13で演算処理される。

【0030】上記第3の工程300の終了後、図3に示すように、次の出力工程400に進む。上記出力工程400は、第3の工程300の処理結果を、図2に示すように、インターフェース部21を介してアプリケーション部20に出力して表示する工程である。つぎに、上記した第1の工程100の詳細を、図4に示したフローチャートを用いて具体的に説明する。

【0031】まず、参照画像とすべき特定パターンTが刻まれたサンプルを撮像する。撮像して得られた参照画像データは、演算処理時間の短縮化のために、図1に示すように、 $p \times q$ 画素で構成される領域に分割される。そして、 $p \times q$ 画素で構成される領域のデータの平均値で代表する等の演算処理により、参照画像データの圧縮平均化が行われる。

【0032】その後、図4に示すように、第1ステップ101に進み、起点画素T(0)の指定が行われる。具体的には、オペレータがディスプレイ上の任意の平均化画素を、例えばマウス等を用いて指定することにより行われる。上記第1ステップ101終了後、図4に示すように、第2ステップ102に進む。

【0033】上記第2ステップ102では、図6に示すように、指定された起点画素T(0)を中心とした $3 \times 3$ の計9個の平均化画素A~Iの各階調値 $G(A) \sim G(I)$ の平均値 $G_h(0)$ を算出する。具体的に図6の中心に位置す

る平均化画素Eは、起点画素T(0)が $p \times q$ 画素で構成される領域内に位置するので、図1中では、( $p=3$ ,  $q=4$ )の座標で表せる。同様に、平均化画素Aは、( $p=2$ ,  $q=3$ )、平均化画素Bは( $p=2$ ,  $q=4$ )、平均化画素Cは( $p=2$ ,  $q=5$ )、平均化画素Dは( $p=3$ ,  $q=3$ )、平均化画素Fは( $p=3$ ,  $q=5$ )、平均化画素Gは( $p=4$ ,  $q=3$ )、平均化画素Hは( $p=4$ ,  $q=4$ )、平均化画素Iは( $p=4$ ,  $q=5$ )の座標で図1においてそれぞれ示すことができる。

【0034】ここで、階調値G(A)は、図6の平均化画素Aの階調値を示している。同様に、階調値G(B)は、平均化画素B、階調値G(C)は平均化画素C、階調値G(D)は平均化画素D、階調値G(E)は平均化画素E、階調値G(F)は平均化画素F、階調値G(G)は平均化画素G、階調値G(H)は平均化画素H、階調値G(I)は平均化画素Iの各階調値をそれぞれ示す。

【0035】上記第2ステップ102の終了後、第3ステップ103及び第4ステップ104に進み、起点画素T(0)における方向D(0)が判定される。方向D(0)は、起点画素T(0)における次に進むべき方向を示している。具体的には、図5に示すように、各方向「1」～「4」の番号を付して、当該番号に特定される。

【0036】第3ステップ103では、方向D(0)が「1」であるか否かが判定される。すなわち、階調値G(A)～G(I)が、以下の条件を満足する場合には、方向D(0)が「1」と判定される。

(1)  $G(D) > G(H)$ ,  $G(E) > G(H)$ ,  $G(F) > G(H)$ の全ての条件を満足する場合。

【0037】(2)  $G(D) < G(H)$ ,  $G(E) < G(H)$ ,  $G(F) < G(H)$ の全ての条件を満足する場合。ここで、上記条件(1)又は(2)のいずれかの条件を満足する場合には、当該起点画素T(0)の方向D(0)が「1」の方向か「3」の方向か区別できない。そこで、本実施例では、「1」の方向を優先させている。

【0038】なお、「1」の方向でなく、逆に「3」の方向を優先させてもよい。上記条件(1)、(2)のいずれをも満足しない場合には、第4ステップ104に進む。第4ステップ104では、方向D(0)が「4」であるか否かが判定される。すなわち、階調値G(A)～G(I)が、以下の条件を満足する場合には、方向D(0)が「4」と判定される。

【0039】(3)  $G(B) > G(H)$ ,  $G(E) > G(H)$ ,  $G(H) > G(H)$ の全ての条件を満足する場合。

(4)  $G(B) < G(H)$ ,  $G(E) < G(H)$ ,  $G(H) < G(H)$ の全ての条件を満足する場合。ここで、上記条件(3)又は(4)のいずれかの条件を満足する場合には、当該起点画素T(0)の方向D(0)が「2」の方向か「4」の方向か区別できない。

【0040】そこで、本実施例では、「4」の方向を優

先させている。なお、「4」の方向でなく、逆に「2」の方向を優先させてもよい。上記(1)～(4)のいずれかの条件を満足する場合には、次の第5ステップ105に進む。また、上記(1)～(4)のいずれの条件をも満足しない場合には、起点画素T(0)の指定が不適切であり、第1ステップ101に戻る。

【0041】上記第4ステップ104の終了後、図4に示すように、次の第5ステップ105に進み、初期化が行われる。具体的には、参照画像データ中の特定パターンTの参照画像データ数Lを「0」とするとともに、特定パターンTのエッジの方向D(L) ( $L > 0$ ) を「0」とする。

【0042】ここで、上記参照画像データ数Lは、処理をする指定画素T(L)が、起点T(0)となる画素、すなわち起点画素T(0)から数えて何番目の画素にあたるかを示している。当然のことながら、指定画素T(0)は起点画素T(0)と同一である。また、前記方向D(L)は、参照画像データ数L番目の指定画素T(L)における次に進むべき方向を示している。具体的には、方向D(L)は、図5に示すように、各方向に「1」～「4」の番号を付して、当該番号により特定される。

【0043】上記第5ステップ105の終了後、図4に示すように、次の第6ステップ106に進む。上記第6ステップ106では、前記第2ステップ102で平均階調値G(0)を求めたと同様にして、図6に示すように、参照画像データ数L番目の指定画素T(L)を中心とした $3 \times 3$ の計9個の平均化画素A～Iの各階調値G(A)～G(I)の平均値 $G_h(L)$ を算出する。

【0044】具体的に図6の中心に位置する平均化画素Eは、起点画素T(0)が $p \times q$ 画素で構成される領域内に位置するので、図1中では、( $p=3$ ,  $q=4$ )の座標で表せる。同様に、平均化画素Aは、( $p=2$ ,  $q=3$ )、平均化画素Bは( $p=2$ ,  $q=4$ )、平均化画素Cは( $p=2$ ,  $q=5$ )、平均化画素Dは( $p=3$ ,  $q=3$ )、平均化画素Fは( $p=3$ ,  $q=5$ )、平均化画素Gは( $p=4$ ,  $q=3$ )、平均化画素Hは( $p=4$ ,  $q=4$ )、平均化画素Iは( $p=4$ ,  $q=5$ )の座標で図1においてそれぞれ示すことができる。

【0045】ここで、階調値G(A)は、図6の平均化画素Aの階調値を示している。同様に、階調値G(B)は、平均化画素B、階調値G(C)は平均化画素C、階調値G(D)は平均化画素D、階調値G(E)は平均化画素E、階調値G(F)は平均化画素F、階調値G(G)は平均化画素G、階調値G(H)は平均化画素H、階調値G(I)は平均化画素Iの各階調値をそれぞれ示す。

【0046】また、平均階調値 $G_h(L)$ は、参照画像データ数L番目の指定画素T(L)を中心とした $3 \times 3$ の計9個の平均化画素A～Iの各階調値G(A)～G(I)の平均値を示す。上記第6ステップ106の終了後、第7ステップ107～第10ステップ110に進み、各ステップ107～110

においては、指定画素T(L)における方向D(L)が判定される。

【0047】まず、第7ステップ107では、図4に示すように、方向D(L)が「1」であるか否かが判定される。すなわち、各階調値G(A)～G(I)が、以下の条件a～cの計3つの条件の何れか1つの条件を満足する場合には、方向D(L)が「1」と判定される。

#### ①条件a

(i)  $G(D) > G_h(L)$ ,  $G(E) > G_h(L)$ ,  $G(F) > G_h(L)$ の全ての条件を満足し、かつ1つ前の指定画素T(L-1)の方向D(L-1)が「1」の場合。

【0048】(ii)  $G(D) < G_h(L)$ ,  $G(E) < G_h(L)$ ,  $G(F) < G_h(L)$ の全ての条件を満足し、かつ1つ前の指定画素T(L-1)の方向D(L-1)が「1」の場合。すなわち、上記条件aの(i)又は(ii)のいずれかの条件を満足する場合には、1つ前の指定画素T(L-1)の方向D(L-1)が「1」で、かつ当該指定画素T(L)の方向D(L)が「1」であり、方向D(L)が直線的に「1」の方向に延びていることわかる。

#### ②条件b

(i)  $G(E) > G_h(L)$ ,  $G(F) > G_h(L)$ ,  $G(H) > G_h(L)$ の全ての条件を満足し、かつ1つ前の指定画素T(L-1)の方向D(L-1)が「4」の場合。

【0049】(ii)  $G(E) < G_h(L)$ ,  $G(F) < G_h(L)$ ,  $G(H) < G_h(L)$ の全ての条件を満足し、かつ1つ前の指定画素T(L-1)の方向D(L-1)が「4」の場合。すなわち、上記条件bの(i)又は(ii)のいずれかの条件を満足する場合には、1つ前の指定画素T(L-1)の方向D(L-1)が「4」で、又、当該指定画素T(L)の方向D(L)が「1」であり、「4」から「1」に向かってL字形に屈曲して、「1」の方向に延びていることわかる。

#### ③条件c

(i)  $G(B) > G_h(L)$ ,  $G(E) > G_h(L)$ ,  $G(F) > G_h(L)$ の全ての条件を満足し、かつ1つ前の指定画素T(L-1)の方向D(L-1)が「2」の場合。

【0050】(ii)  $G(B) < G_h(L)$ ,  $G(E) < G_h(L)$ ,  $G(F) < G_h(L)$ の全ての条件を満足し、かつ1つ前の指定画素T(L-1)の方向D(L-1)が「2」の場合。すなわち、上記条件cの(i)又は(ii)のいずれかの条件を満足する場合には、1つ前の指定画素T(L-1)の方向D(L-1)が「2」で、又、当該指定画素T(L)の方向D(L)が「1」であり、「2」から「1」に向かってL字形に屈曲して、「1」の方向に延びていることわかる。

【0051】なお、1つ前の指定画素T(L-1)の方向D(L-1)が「3」の場合について除いたのは、方向「3」は、方向「1」と逆向きになるので、指定画素T(L)が逆進することがないためである。上記した条件a～cの計3つの条件の何れをも満足しない場合には、図4に示すように、第7ステップ107から次の第8ステップ108に進む。

【0052】上記第8ステップ108では、図4に示すように、方向D(L)が「2」であるか否かが判断される。すなわち、各階調値G(A)～G(I)が、以下の条件d～fの計3つの条件の何れか1つのを満足する場合には、方向D(L)が「2」と判定される。

#### ①条件d

(i)  $G(B) > G_h(L)$ ,  $G(E) > G_h(L)$ ,  $G(H) > G_h(L)$ の全ての条件を満足し、かつ1つ前の指定画素T(L-1)の方向D(L-1)が「2」の場合。

【0053】(ii)  $G(B) < G_h(L)$ ,  $G(E) < G_h(L)$ ,  $G(H) < G_h(L)$ の全ての条件を満足し、かつ1つ前の指定画素T(L-1)の方向D(L-1)が「2」の場合。すなわち、上記条件dの(i)又は(ii)のいずれかの条件を満足する場合には、1つ前の指定画素T(L-1)の方向D(L-1)が「2」で、かつ当該指定画素T(L)の方向D(L)が「2」であり、方向D(L)が直線的に「2」の方向に延びていることわかる。

#### ②条件e

(i)  $G(D) > G_h(L)$ ,  $G(E) > G_h(L)$ ,  $G(H) > G_h(L)$ の全ての条件を満足し、かつ1つ前の指定画素T(L-1)の方向D(L-1)が「1」の場合。

【0054】(ii)  $G(D) < G_h(L)$ ,  $G(E) < G_h(L)$ ,  $G(H) < G_h(L)$ の全ての条件を満足し、かつ1つ前の指定画素T(L-1)の方向D(L-1)が「1」の場合。すなわち、上記条件eの(i)又は(ii)のいずれかの条件を満足する場合には、1つ前の指定画素T(L-1)の方向D(L-1)が「1」で、又、当該指定画素T(L)の方向D(L)が「2」であり、「1」から「2」に向かってL字形に屈曲して、「2」の方向に延びていることわかる。

#### ③条件f

(i)  $G(E) > G_h(L)$ ,  $G(F) > G_h(L)$ ,  $G(H) > G_h(L)$ の全ての条件を満足し、かつ1つ前の指定画素T(L-1)の方向D(L-1)が「3」である場合。

【0055】(ii)  $G(E) < G_h(L)$ ,  $G(F) < G_h(L)$ ,  $G(H) < G_h(L)$ の全ての条件を満足し、かつ1つ前の指定画素T(L-1)の方向D(L-1)が「3」である場合。すなわち、上記条件fの(i)又は(ii)のいずれかの条件を満足する場合には、1つ前の指定画素T(L-1)の方向D(L-1)が「3」で、又、当該指定画素T(L)の方向D(L)が「2」であり、「3」から「2」に向かってL字形に屈曲して、「2」の方向に延びていることわかる。

【0056】なお、1つ前の指定画素T(L-1)の方向D(L-1)が「4」の場合について除いたのは、方向「4」は、方向「2」と逆向きになるので、指定画素T(L)が逆進することがないためである。上記した条件e～fの計3つの条件の何れをも満足しない場合には、図4に示すように、第8ステップ108から次の第9ステップ109に進む。

【0057】上記第9ステップ109では、図4に示すように、方向D(L)が「3」であるか否かが判断される。



すなわち、各階調値  $G(A) \sim G(I)$  が、以下の条件  $g \sim i$  の計 3 つの条件の何れか 1 つのを満足する場合には、方向  $D(L)$  が「3」と判定される。

#### ①条件 $g$

(i)  $G(D) > G_h(L)$ ,  $G(E) > G_h(L)$ ,  $G(F) > G_h(L)$  の全ての条件を満足し、かつ 1 つ前の指定画素  $T(L-1)$  の方向  $D(L-1)$  が「3」である場合。

【0058】(ii)  $G(D) < G_h(L)$ ,  $G(E) < G_h(L)$ ,  $G(F) < G_h(L)$  の全ての条件を満足し、かつ 1 つ前の指定画素  $T(L-1)$  の方向  $D(L-1)$  が「3」である場合。すなわち、上記条件  $g$  の(i)又は(ii)のいずれかの条件を満足する場合には、1 つ前の指定画素  $T(L-1)$  の方向  $D(L-1)$  が「3」で、かつ当該指定画素  $T(L)$  の方向  $D(L)$  が「3」であり、方向  $D(L)$  が直線的に「3」の方向に延びていることわかる。

#### ②条件 $h$

(i)  $G(B) > G_h(L)$ ,  $G(D) > G_h(L)$ ,  $G(E) > G_h(L)$  の全ての条件を満足し、かつ 1 つ前の指定画素  $T(L-1)$  の方向  $D(L-1)$  が「2」の場合。

【0059】(ii)  $G(B) < G_h(L)$ ,  $G(D) < G_h(L)$ ,  $G(E) < G_h(L)$  の全ての条件を満足し、かつ 1 つ前の指定画素  $T(L-1)$  の方向  $D(L-1)$  が「2」の場合。すなわち、上記条件  $h$  の(i)又は(ii)のいずれかの条件を満足する場合には、1 つ前の指定画素  $T(L-1)$  の方向  $D(L-1)$  が「2」で、又、当該指定画素  $T(L)$  の方向  $D(L)$  が「3」であり、「2」から「3」に向かって L 字形に屈曲して、「3」の方向に延びていることわかる。

#### ③条件 $i$

(i)  $G(D) > G_h(L)$ ,  $G(E) > G_h(L)$ ,  $G(H) > G_h(L)$  の全ての条件を満足し、かつ 1 つ前の指定画素  $T(L-1)$  の方向  $D(L-1)$  が「4」の場合。

【0060】(ii)  $G(D) < G_h(L)$ ,  $G(E) < G_h(L)$ ,  $G(H) < G_h(L)$  の全ての条件を満足し、かつ 1 つ前の指定画素  $T(L-1)$  の方向  $D(L-1)$  が「4」の場合。すなわち、上記条件  $i$  の(i)又は(ii)のいずれかの条件を満足する場合には、1 つ前の指定画素  $T(L-1)$  の方向  $D(L-1)$  が「4」で、又、当該指定画素  $T(L)$  の方向  $D(L)$  が「3」であり、「4」から「3」に向かって L 字形に屈曲して、「3」の方向に延びていることわかる。

【0061】なお、1 つ前の指定画素  $T(L-1)$  の方向  $D(L-1)$  が「1」の場合について除いたのは、方向「1」は、方向「3」と逆向きになるので、指定画素  $T(L)$  が逆進することがないためである。上記した条件  $g \sim i$  の計 3 つの条件の何れをも満足しない場合には、図 4 に示すように、第 9 ステップ 109 から次の第 10 ステップ 110 に進む。

【0062】上記第 10 ステップ 110 では、図 4 に示すように、方向  $D(L)$  が「4」であるか否かが判断される。すなわち、各階調値  $G(A) \sim G(I)$  が、以下の条件  $j \sim l$  の計 3 つの条件の何れか 1 つの条件を満足する場合

には、方向  $D(L)$  が「4」と判定される。

#### ④条件 $j$

(i)  $G(B) > G_h(L)$ ,  $G(E) > G_h(L)$ ,  $G(H) > G_h(L)$  の全ての条件を満足し、かつ 1 つ前の指定画素  $T(L-1)$  の方向  $D(L-1)$  が「4」の場合。

【0063】(ii)  $G(B) < G_h(L)$ ,  $G(E) < G_h(L)$ ,  $G(H) < G_h(L)$  の全ての条件を満足し、かつ 1 つ前の指定画素  $T(L-1)$  の方向  $D(L-1)$  が「4」の場合。すなわち、上記条件  $j$  の(i)又は(ii)のいずれかの条件を満足する場合には、1 つ前の指定画素  $T(L-1)$  の方向  $D(L-1)$  が「4」で、かつ当該指定画素  $T(L)$  の方向  $D(L)$  が「4」であり、方向  $D(L)$  が直線的に「4」の方向に延びていることわかる。

#### ⑤条件 $k$

(i)  $G(B) > G_h(L)$ ,  $G(D) > G_h(L)$ ,  $G(E) > G_h(L)$  の全ての条件を満足し、かつ 1 つ前の指定画素  $T(L-1)$  の方向  $D(L-1)$  が「1」の場合。

【0064】(ii)  $G(B) < G_h(L)$ ,  $G(D) < G_h(L)$ ,  $G(E) < G_h(L)$  の全ての条件を満足し、かつ 1 つ前の指定画素  $T(L-1)$  の方向  $D(L-1)$  が「1」の場合。すなわち、上記条件  $k$  の(i)又は(ii)のいずれかの条件を満足する場合には、1 つ前の指定画素  $T(L-1)$  の方向  $D(L-1)$  が「1」で、又、当該指定画素  $T(L)$  の方向  $D(L)$  が「4」であり、「1」から「4」に向かって L 字形に屈曲して、「4」の方向に延びていることわかる。

#### ⑥条件 $l$

(i)  $G(B) > G_h(L)$ ,  $G(E) > G_h(L)$ ,  $G(F) > G_h(L)$  の全ての条件を満足し、かつ 1 つ前の指定画素  $T(L-1)$  の方向  $D(L-1)$  が「3」の場合。

【0065】(ii)  $G(B) < G_h(L)$ ,  $G(E) < G_h(L)$ ,  $G(F) < G_h(L)$  の全ての条件を満足し、かつ 1 つ前の指定画素  $T(L-1)$  の方向  $D(L-1)$  が「3」の場合。すなわち、上記条件  $l$  の(i)又は(ii)のいずれかの条件を満足する場合には、1 つ前の指定画素  $T(L-1)$  の方向  $D(L-1)$  が「3」で、又、当該指定画素  $T(L)$  の方向  $D(L)$  が「4」であり、「3」から「4」に向かって L 字形に屈曲して、「4」の方向に延びていることわかる。

【0066】なお、1 つ前の指定画素  $T(L-1)$  の方向  $D(L-1)$  が「2」の場合について除いたのは、方向「2」は、方向「4」と逆向きになるので、指定画素  $T(L)$  が逆進することがないためである。上記した条件  $j \sim l$  の計 3 つの条件の何れをも満足しない場合には、図 4 に示すように、参照画像データの作成が不能であるため、処理を終了する。

【0067】これに対し、第 7 ステップ 107 ~ 第 10 ステップ 110 において、各条件  $a \sim l$  のいずれかの満足する場合には、図 4 に示すように、第 11 ステップ 111 に進む。上記第 11 ステップ 111 においては、図 4 に示すように、指定画像  $T(L)$  を方向  $D(L)$  に従って平均化画素の 1 個分、移動する。上記第 11 ステップ 111 の終了

後、図 4 に示すように、第 1 2 ステップ 112 に進む。

【 0 0 6 8 】上記第 1 2 ステップ 112 においては、図 4 に示すように、参照画像データ数  $L$  の値に「1」を加算することで、指定画像  $T(L)$  が平均化画素の 1 個分移動したことを明示する。上記第 1 2 ステップ 112 の終了後、図 4 に示すように、第 1 3 ステップ 113 に進む。

【 0 0 6 9 】上記第 1 3 ステップ 113 では、指定画像  $T(L)$  が、起点画素  $T(0)$  の位置まで戻り、特定パターン  $T$  のパターンエッジに沿って一巡したか否かを判定している。上記第 1 3 ステップ 113 において、指定画像  $T(L)$  が一巡していないと判定された場合には、第 6 ステップ 106 に戻り、上記したステップを繰り返す。

【 0 0 7 0 】これに対し、指定画像  $T(L)$  が一巡した判定された場合には、図 4 に示すように、第 1 3 ステップ 113 から第 1 4 ステップ 114 に進む。第 1 4 ステップ 114 では、図 4 に示すように、参照画像データ数  $L$  と、起点画素  $T(0)$  の方向  $D(0)$  から順番に、指定画素  $T(1)$  の方向  $D(1)$ 、指定画素  $T(2)$  の方向  $D(2)$ 、・・・起点画素  $T(0)$  の手前に位置する指定画素  $T(L-1)$  の方向  $D(L-1)$  を記憶する。

【 0 0 7 1 】すなわち、参照画像データ数  $L$  と、方向  $D(0)$ ・・・ $D(L-1)$  を参照画像データとして、図 2 に示す中央制御部 11 のメモリ内に格納する。例えば、図 1 に示す特定パターン  $T$  を例に挙げると、そのエッジを構成する参照画像データ数  $L$  は、「2 0」となる。また、参照画像データの方向は、「4, 1, 1, 1, 2, 2, 2, 1, 1, 2, 2, 3, 3, 3, 4, 4, 3, 3, 4, 4」となる。

【 0 0 7 2 】つぎに、図 7, 8 を用いて、入力画像の明暗差の判定方法について説明する。まず、明暗差の判定に先立ち、入力画像データの画像処理について、図 9 に例示する入力画像を例にとって説明する。まず、入力画像を、図 2 に示すように、撮像装置 40 で撮像し、得られた入力画像データを、 $A/D$  コンバータ 41 を介して画像処理装置 10 に取り込み、その内部の画像メモリ部 12 内に格納する。

【 0 0 7 3 】上記格納された入力画像データは、図 2 に示す画像処理装置 10 の内部の画像演算処理部 13 で、参照画像データと同様に、平均圧縮化が行われる。平均圧縮化の手法は、先に参照画像データの箇所でも説明したのと同様に、図 9 に示すように、 $p \times q$  画素で構成される領域に分割され、該  $p \times q$  画素で構成される領域のデータの平均値で代表する等の演算処理により、入力画像データの圧縮平均化が行われる。

【 0 0 7 4 】以下に、入力画像データの平均化画素に対する明暗の判定方法について、図 7, 8 を用いて説明する。上記明暗の判定方法としては、つぎの 2 通りの方法がある。まず、第 1 の判定方法は、図 7 に示すように、中心となる平均化画素からそれぞれ前後  $n$  個離れた位置の、中心となる平均化画素を除いた計  $2n$  個の平均化画

素の階調をそれぞれ求めている。

【 0 0 7 5 】上記中心となる平均化画素の前後とは、参照画像のエッジの方向に基づいて決定され、該方向に直交する方向を指している。例えば、図 10 に示すように、中心となる平均化画素に対応する、参照画像のエッジの方向が縦方向、すなわち上下方向に延びている場合には、その横方向、すなわち左右方向に位置する。これに対し、中心となる平均化画素が横方向、すなわち左右方向に延びている場合には、その縦方向、すなわち上下方向に位置する。

【 0 0 7 6 】前記  $n$  個とは、図 7 の例では、 $n=4$  に設定されている。このため、中心となる平均化画素から前後 4 個分、離れた計 8 個の平均化画素の階調がそれぞれ求められる。前記階調は、8 ビットデータで表され、計 2・5 6 階調となる。つぎに、求めた計  $2n$  個の平均化画素の階調データのうちから、最大値と最小値とを抽出し、抽出した最大値と最小値との差  $R$ 、すなわち階調差を求める。

【 0 0 7 7 】そして、求めた差  $R$  と予め設定された基準値  $T_h$  とを比較して、明暗有り・無しを決定している。上記基準値  $T_h$  の値は、入力画像データの始点  $(X_i, Y_j)$  とされた平均化画素を中心に上記した手順で求められた差  $R_0$ 、すなわち階調差に等しい値に設定されている。

【 0 0 7 8 】ただし、基準値  $T_h$  には、その最低値  $T_{h\_min}$  が予め設定されており、例えば本実施例の 8 ビット階調では、その 1 割程度の 2 0 程度に設定されている。このため、前記始点  $(X_i, Y_j)$  を中心として求められた差  $R_0$  が、最低値  $T_{h\_min}$  未満の場合には、基準値  $T_h$  の値が最低値  $T_{h\_min}$  に等しい値となる。すなわち、基準値  $T_h$  は、次の関係式で表される。

$$T_h = \max(R_0, T_{h\_min})$$

したがって、基準値  $T_h$  の値は、始点  $(X_i, Y_j)$  毎に変化する可能性がある。

【 0 0 7 9 】そして、第 1 の判定方法では、前記求めた差  $R$  が、予め設定された基準値  $T_h$  以上の場合には、明暗差有りとして判定している。これに対し、階調差  $R$  が、予め設定された基準値  $T_h$  未満の場合には、明暗差無しとして判定している。つぎに、第 2 の判定方法について、図 8 を用いて説明する。まず、第 2 の判定方法では、先に説明した第 2 の判定方法と同様の手順で、図 8 に示すように、計  $2n$  個の平均化画素の階調データ  $a \sim j$  をそれぞれ求めている。

【 0 0 8 0 】そして、求めた階調データ  $a \sim j$  を、下記の式に従って平滑化微分を行っている。

$$A = | (c - e) + 2 (b - f) + 3 (a - g) |$$

$$B = | (d - f) + 2 (c - g) + 3 (b - h) |$$

$$C = | (e - g) + 2 (d - h) + 3 (c - i) |$$

$$D = | (f - h) + 2 (e - i) + 3 (d - j) |$$

求めた平滑化微分データ  $A \sim D$  のうちから、最大値と最

小値とを抽出し、抽出した最大値と最小値との差Rを求める。

【0081】そして、求めた差Rと予め設定された基準値Thとを比較して、第1の判定方法と同様に、明暗有り・無しを決定している。上記基準値Thは、その差R0が、始点(Xi, Yj)を中心として求められた平滑化微分データの最大値と最小値との差である点を除き、第1の判定方法と同様に求められる。

【0082】まず、第1ステップ201に進み、図11に示すように、入力画像データ中の1つの平均化画素を始点(Xi, Yj)として特定する。ここで、始点(Xi, Yj)とは、一度も始点とされていない、平均化画素のメモリ上での座標を示す。これに加え、始点(Xi, Yj)は、入力画像データ中の平均化画素の全てについて行われる。ただし、処理範囲が入力画像データの範囲を越えてしまう場合には、始点(Xi, Yj)から除かれる。例えば、図9に例示する入力画像でいえば、 $p \times q$ 画素で構成される領域中の( $p=1, q=1$ )の座標で表せる平均化画素を起点とした場合には、参照画像データの方向、例えば「4」の方向に移動した際に、入力画像データの範囲を越えてしまうことが明かであるので、予め始点からは除かれている。

【0083】上記第1ステップ201の終了後、図11に示すように、第2ステップ202に進み、初期化が行われる。具体的には、参照画像データの番地Nを「1」とするとともに、相関値S(i, j)を「0」とする。ここで、参照画像データの番地Nには、方向が記憶されている。すなわち、図1に示す特定パターンTを例に挙げると、その参照画像データの番地Nの1番目には、方向「4」が記憶されている。また、相関値S(i, j)は、明暗有りと判定された画素数の累積値である。

【0084】上記第2ステップ202の終了後、図11に示すように、第3ステップ203に進む。上記第3ステップ203では、図11に示すように、始点(Xi, Yj)とした入力画像データの平均化画素についての明暗の有無の判定が行われる。すなわち、始点(Xi, Yj)における差R0が、図11に示すように、基準値Thの最低値Th\_min以上のときは、明暗有りと判定され、第3ステップ203から第4ステップ204に進み、現在の相関値S(i, j)に「1」が加算される。

【0085】これに対し、差R0が基準値Thの最低値Th\_min未満の場合には、当該始点(Xi, Yj)に基づく以後の明暗の有無の判定処理を断念するが、以後の処理については後述する。すなわち、差R0が基準値Thの最低値Th\_min未満の場合には、当該始点(Xi, Yj)の位置の平均化画素には、参考画像データの特定パターンTの起点画像T(0)と比較すべき、パターンエッジが存在しないことが明かであるためである。

【0086】上記第4ステップ204の終了後、図11に示すように、次の第5ステップ205に進み、基準値Th

が決定される。すなわち、始点(Xi, Yj)における差R0と最低値Th\_minとの最大値を、基準値Thと決定する。もちろん、始点(Xi, Yj)における差R0は、先の第3ステップ103で最低値Th\_min以上であることが明らかなので、始点(Xi, Yj)における差R0の値をそのまま基準値Thと考えてもよい。

【0087】上記第5ステップ205の終了後、図11に示すように、次の第6ステップ206に進む。上記第6ステップ206では、明暗の判定の中心となる平均化画素を、参照画像データのN番目に記憶されて方向に従って、平均化画素1個分だけ移動する。例えば、図1に示す特定パターンTを例に挙げると、その参照画像データの1番目には、方向「4」が記憶されている。このため、始点(Xi, Yj)に位置する平均化画素を、図9において上方に1個分だけ移動する。

【0088】上記第6ステップ206の終了後、図11に示すように、次の第7ステップ207に進み、参照画像データの現在の番地Nに「1」が加算される。上記第7ステップ207の終了後、図11に示すように、次の第8ステップ208に進む。上記第8ステップ208では、図11に示すように、参照画像データの現在の番地Nが参照画像データ数の総数Lに一致したか否かが判定される。すなわち、参照画像データの番地Nが参照画像データ数の総数Lを越えた場合には、一周分の明暗の有無の判定処理が終了したことを意味し、当該始点(Xi, Yj)に基づく明暗の有無の判定が終了しているが、以後の処理については後述する。

【0089】これに対し、参照画像データの番地Nが参照画像データ数の総数Lを越えていない場合には、一周分の明暗の有無の判定処理が終了していないので、次の第9ステップ209に進む。第9ステップ209では、図11に示すように、先の第6ステップ206で移動した平均化画素の明暗の有無の判定が行われる。

【0090】すなわち、明暗有りの場合には、図11に示すように、次の第10ステップ210に進み、現在の相関値S(i, j)に「1」が加算された後、第11ステップ211に進む。これに対し、明暗無し場合には、図11に示すように、次の第9ステップ209から直接、第11ステップ211に進む。

【0091】上記第11ステップ211では、図11に示すように、現在の相関値S(i, j)と、予め設定された最低値S\_minとが比較され、明暗の有無の判定処理を継続するか否かが判定される。上記S\_minは、参考画像の特定パターンの大きさに関係なく、入力画像のパターンマッチング度が判定できるように、明暗有りと判定される平均化画素の割合で設定され、例えば0.7~0.8以上の値が設定されている。

【0092】そして、現在の相関値S(i, j)と最低値S\_minとは、次の式により判定されている。

$$N - S(i, j) < L(1 - S_{min})$$

すなわち、上記式の左辺により、現在の明暗無しと判定された平均化画素数が求められる。例えば  $N=2$  で、現在の相関値  $S(i, j)$  が「1」であれば、左辺の値は、「1」となり、現在の明暗無しと判定された平均化画素数は、1個なる。したがって、左辺の値は、平均化画素が移動する度に变化する可能性がある。

【0093】また、前記式の右辺により、最低値  $S_{\min}$  に基づいた最終的な明暗無しと判定される平均化画素数が求められる。例えば、 $S_{\min}=0.8$  と設定し、図1に例示する参考画像データの特定パターンTを例に挙げると、 $L=20$  であるので、右辺の値は、「4」となり、明暗無しと判定される平均化画素数が4個となる。そして、前記式を満足する場合には、相関が低いと判断し、当該始点  $(X_i, Y_j)$  に基づく以後の明暗の有無の判定処理を中止するが、以後の処理については後述する。

【0094】上記式を満足しない場合には、相関が低いと判断し、第11ステップ211から第6ステップ206に進み、当該始点  $(X_i, Y_j)$  に基づく以後の明暗の有無の判定処理を継続する。つぎに、第3ステップ203で、始点  $(X_i, Y_j)$  における明暗が無い場合、第8ステップ208で、一周分の明暗の有無の判定処理が終了している場合、先の第11ステップ211で、相関が低いと判断された場合には、各々次の第12ステップ212に進む。

【0095】上記第12ステップ212では、第11に示すように、現在の始点数Mから「1」が減算される。上記始点数Mは、入力画像データ中の始点  $(X_i, Y_j)$  とできる平均化画素の総数であり、予め設定されている。すなわち、始点  $(X_i, Y_j)$  は先に説明したように、入力画像データ中の平均化画素の全てについて行われる。このため、図9に例示する入力画像でいえば、 $p \times q$  画素で構成されているため、始点数Mは、 $p \times q$  個になる。しかし、処理範囲が入力画像データの範囲を越えて場合には、予め始点  $(X_i, Y_j)$  から除かれるため、これらの除かれた始点数を引いた数が、始点数Mとなる。

【0096】上記第12ステップ212の終了後、図11に示すように、第13ステップに進み、入力画像データ中の始点  $(X_i, Y_j)$  とすべき全ての平均化画素について明暗の判定処理が終了した否かが判定される。すなわち、図11に示すように、現在の始点数Mが「0」になった場合には、入力画像データ中の始点  $(X_i, Y_j)$  とすべき全ての平均化画素について明暗の判定処理が終了したものと判断し、第2の工程200を終了し、第3の工程300に移行する。

【0097】これに対し、現在の始点数Mが「0」になっていない場合には、図11に示すように、第13ステップ213から次の第14ステップ214に進む。上記第14ステップ214では、一度も始点  $(X_i, Y_j)$  とされて

いない、残る平均化画素に始点を移動し、その後、第1ステップ201に戻り、当該新たな始点  $(X_i, Y_j)$  について上記した手順に従って明暗の有無の判定処理を行う。

【0098】つぎに、第3の工程300について、続いて図11を用いて説明する。すなわち、第2の工程200の第13ステップ213から第3の工程300の第1ステップ301に進む。上記第1ステップ301では、第2の工程200で得た各始点  $(X_i, Y_j)$  毎の相関値  $S(i, j)$  を比較し、その最大値を求める。その結果、最大値を得た当該始点  $(X_i, Y_j)$  を、参照画像データの特定パターンTの起点画像T(0)に一致したものと判定する。

【0099】

【発明の効果】本発明は、以上のように構成されているので、以下に記載されるような効果を奏する。請求項1記載の発明によれば、従来の必要としていた複雑な相互相関演算処理が不要となるので、演算処理を簡素化でき、迅速なパターン認識を行うことができる。

【0100】これに加え、請求項1記載の発明によれば、従来必要とされていた濃淡としての情報を用いる必要がないので、線画による輪郭のみからなる画像についても確実にパターン認識が行え、しかも画像の輪郭線が物体の凹凸に基づくものであっても確実にパターン認識を行うことができる。請求項2記載の発明によれば、演算処理の途中で相関が低いと判断された場合は、演算処理を中止し、別の平均化画素を起点とする演算処理に移ることにより、無駄な演算処理時間を省き、迅速なパターン認識を行うことができる。

【0101】請求項3記載の発明によれば、入力画像の明るさやコントラストによる影響を除去できるので、入力画像のパターンエッジの判定を確実に行うことができる。請求項4記載の発明によれば、請求項3記載の発明と同様に、入力画像の明るさやコントラストによる影響を確実に除去することができるばかりでなく、エッジがぼやけている場合にも、当該エッジの有無を確実に判定できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】参照画像の一例を示す説明図である。

【図2】画像処理装置を示すブロック図である。

【図3】画像処理方法を示すフローチャートである。

【図4】図3の第1の工程を示すフローチャートである。

【図5】図1の参照画像のエッジの方向を示す説明図である。

【図6】図1の参照画像の一部を拡大した説明図である。

【図7】入力画像の明暗の判定方向を示す説明図である。

【図8】入力画像の明暗の他の判定方法を示す説明図である。

【図 9】 入力画像の一例を示す説明図である。

【図 10】 入力画像の明暗の判定方向を示す説明図である。

【図 11】 図 3 の第 2 の工程及び第 3 の工程を示すフローチャートである。

【図 12】 同図の (a) ~ (d) は、従来の画像処理方法の問題点を説明するための各種画像を示す説明図である。

【符号の説明】

10 画像処理装置

12 画像メモリ部

11 中央制御部

13 画像演算処理部

部

14 システムバス

20 撮像素子

ータ

30 表示装置

ータ

30 表示装置

ータ

100~114 第 1 の工程

10 300~301 第 3 の工程

T 入力画像

15 データバス

21 A/Dコンバ

31 D/Aコンバ

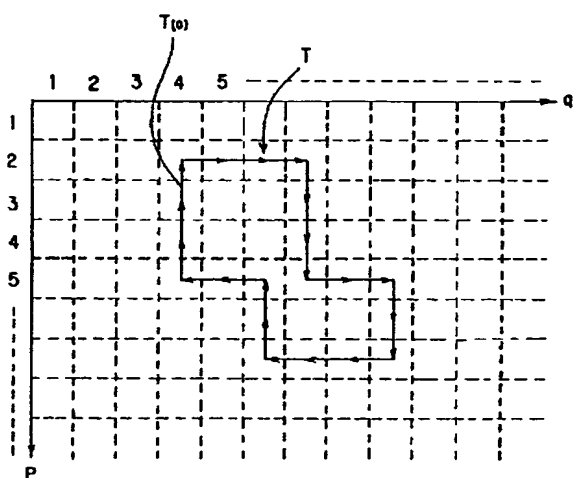
41 A/Dコンバ

200~214 第 2 の工程

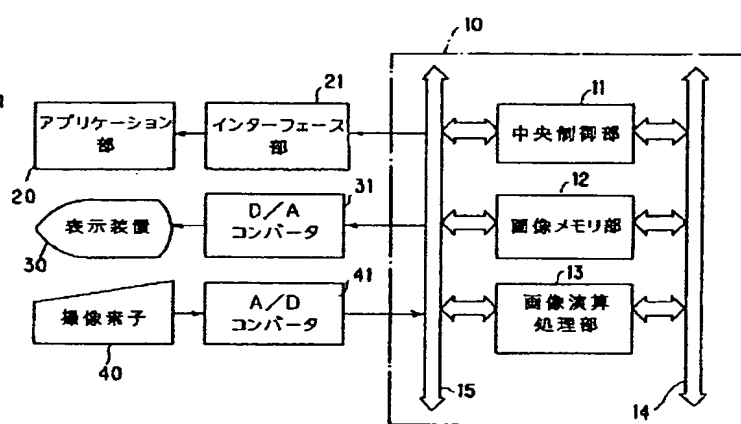
400 出力工程

T(0) 起点

【図 1】



【図 2】

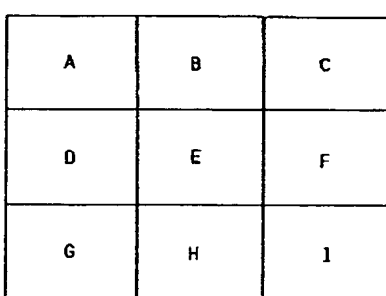
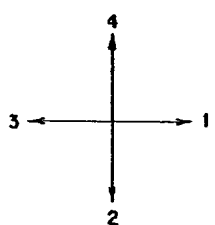
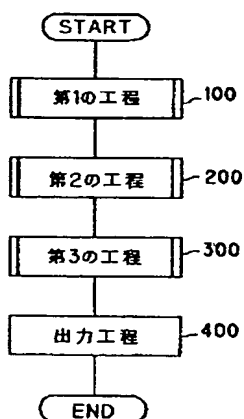


【図 7】

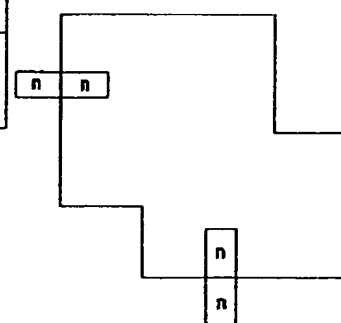
【図 3】

【図 5】

【図 6】



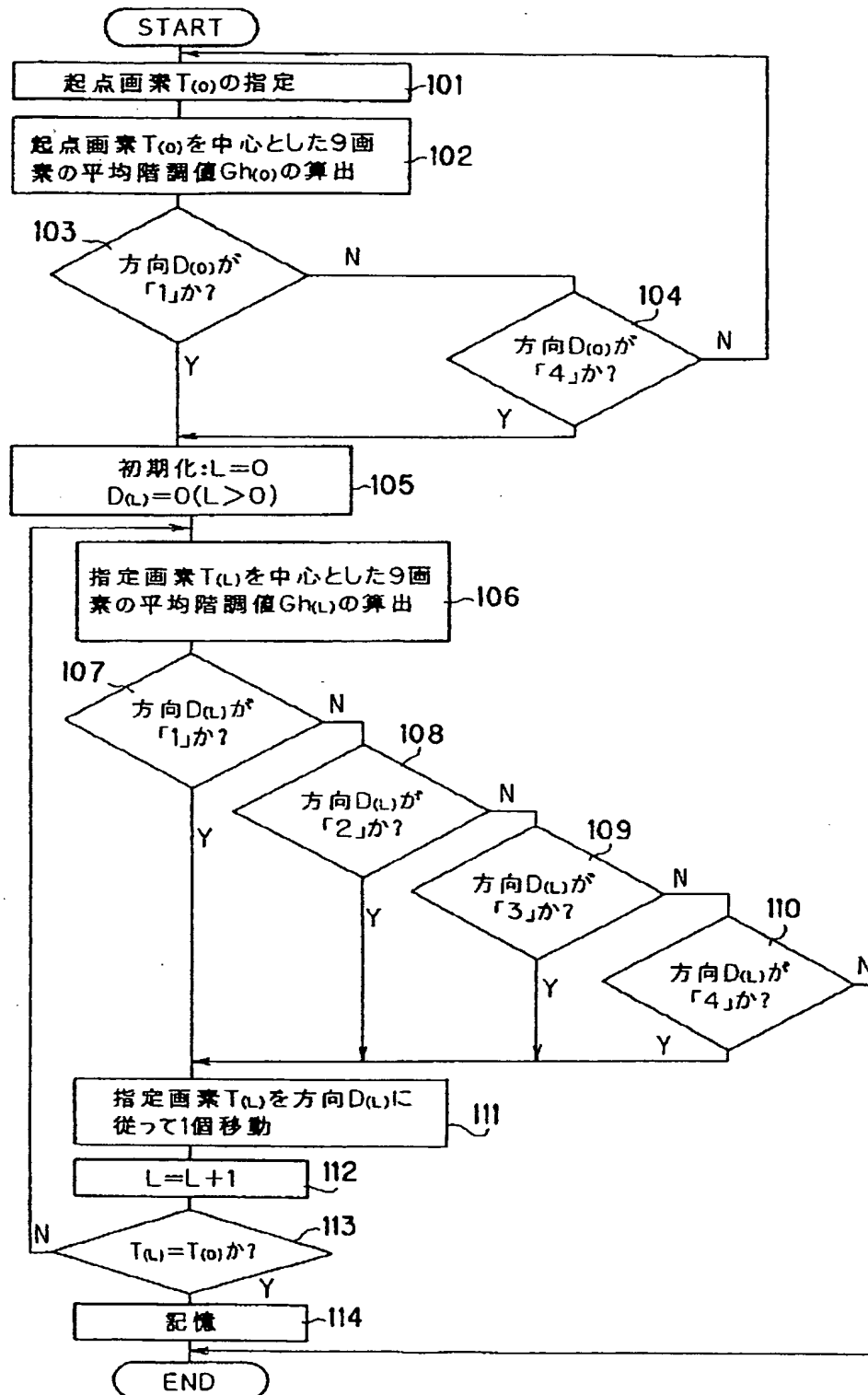
【図 10】



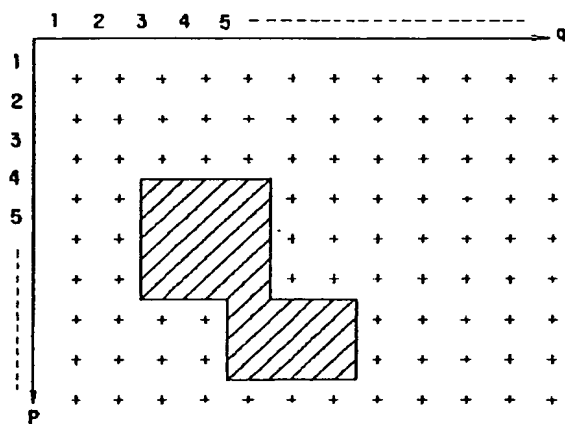
【図 8】



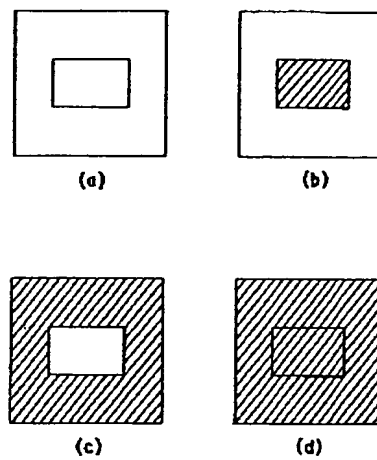
【図 4】



【図9】



【図12】



【図11】

